

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra elektroenergetiky**

**Pojistky VN – průzkum trhu**  
**High-voltage fuses - market researche**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra elektroenergetiky

## Zadání bakalářské práce

Student: **Dalibor Jakšík**  
Studijní program: B2649 Elektrotechnika  
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika  
Téma: **Pojisky VN - průzkum trhu**  
**High-voltage fuses - market researche**

Zásady pro vypracování:

1. Popis funkce pojistky obecně
2. Konstrukce pojistek
3. Seznam výrobců (dodavatelů) pojistek na českém trhu
4. srovnání jednotlivých typů pojistek
5. závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Katalogy výrobců
2. Související normy
3. WWW stránky výrobců
4. Související normy ČSN -EN


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. David Helštýn**

Datum zadání: 19.11.2010

Datum odevzdání: 06.05.2011



  
prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
vedoucí katedry

prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

## **Prohlášení**

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Ostravě dne 6.5 2011

Dalibor Jakšík

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'D. Jakšík', written below the printed name.

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Davidu Helštýnovi, nejen za odborné vedení, ale také za jeho rady, připomínky a čas, který mi věnoval při zpracovávání bakalářské práce.

## **Abstrakt**

Cílem bakalářské práce je prozkoumat český trh pojistek VN. K průzkumu jsem si vybral tři výrobce Dribo, spol. s r.o., ABB s.r.o., OEZ, s.r.o., kteří jsou největšími na našem trhu. Část práce je zaměřena na funkci pojistky a její obecné vlastnosti. Dále se zabývám konstrukcí jednotlivých typů pojistek. V této práci je rovněž zahrnut seznam výrobců a jejich vyráběných typů pojistek. Další část práce je věnována popisu technických parametrů jednotlivých typů pojistek a jejich příslušenství a zároveň použití ve společnosti ČEZ Distribuce, a.s. na našem území. Konečné srovnání se nachází v závěru této práce.

## **Klíčová slova**

Pojistky VN, pojistkový spodek, tavný vodič, pojistková vložka, nadproud, zkratový proud, jmenovitý proud, jmenovité napětí

## **Abstract**

The target of this bachelor's work is to survey the Czech market of the safety-fuses VN. I have chosen three producers of safety-fuses ABB, OEZ and DRIBO that are the largest ones in our market. One part of this work is focused on the function and the general parameters of the safety-fuses. Then I deal with the structure of its different types. The list of the producers with the types of manufactured safety-fuses is also included. The next part is concerned with the technical parameters' description and the accessories of its individual types and also using of safety-fuses by the ČEZ Distribuce, a.s. in the Czech republic is mentioned. There is a final comparison at the end of this work.

## **Keywords**

fuse, fuse base, fuse element, fuse cutout, overcurrent, short circuit current, rated current, rated voltage

## Seznam použitých zkratek

ČSN	Česká státní norma
DIN	Německá národní technická norma
EN	Evropská norma
IEC	Mezinárodní technická norma
$I_N$	Jmenovitý proud
MHS	Mezinárodní hospodářská směrnice
NN	Nízké napětí
TP	Technické předpisy
$U_N$	Jmenovité napětí
VDE	Německá norma
VN	Vysoké napětí

# Obsah

1. Úvod.....	1
2 .Popis funkce obecně.....	2
2.1 Pojistky .....	2
2.2 Porovnání pojistky s jističem či vypínačem.....	2
2.3 Vysokonapěťové pojistky .....	2
2.4 Tavná charakteristika pojistky .....	3
2.5 Kolík ukazatele stavu a vybavovacího zařízení .....	3
3.Konstrukce.....	4
3.1 ETI VV – Thermo .....	4
3.1.1 Konstrukce .....	4
3.2 Patrona pojistková J38 30 A .....	6
3.2.1 Popis konstrukce .....	6
3.3 Vysokonapěťové pojistkové tavné vložky omezující proud typu CEF .....	7
3.4 Pojistka VN PL45 .....	8
3.4.1 Popis konstrukce .....	8
4. Seznam výrobců.....	9
4.1 ABB.....	9
4.2 OEZ.....	10
4.3 Dribo.....	10
5. Srovnání výrobců .....	11
5.1 ETI VV – Thermo .....	11
5.1.1 Výužití na našem území.....	12
5.1.2 Příslušenství .....	12
5.2 Patrona pojistková J38 30 A .....	14
5.2.1 Všeobecně.....	14
5.2.2 Použití.....	14
5.2.3 Normy a předpisy .....	14
5.2.4 Volba hlavních technických údajů pojistky .....	15
5.2.5 Volba jmenovitého proudu pojistkové tavné vložky pro transformátory .....	15
5.2.6 Pracovní podmínky .....	17
5.2.7 Příslušenství .....	18
5.2.7.1 Pojistkový spodek s omezovačem přepětí V-LO 3545/ND – 39kV vnější.....	18
5.2.8 Vyuzití na našem území.....	19
5.3 Vysokonapěťové pojistkové tavné vložky omezující proud typu CEF .....	19

5.3.1 Všeobecně.....	19
5.3.2 Přepětí.....	20
5.3.3 Výměna přetavené pojistkové vložky.....	20
5.3.4 Omezení proudu .....	20
5.3.5 Příslušenství .....	22
5.3.6 Použití na našem území .....	22
5.4 Pojistky PL,PM,PQ .....	22
5.4.1 Kritéria pro přiřazení pojistkových vložek k transformátorům.....	23
5.4.2 Využití na našem území.....	24
6. Závěr .....	25
7. Použitá literatura .....	26
Seznam příloh .....	27
Seznam obrázků.....	27
Seznam tabulek.....	28
Přílohy.....	28



# 1. Úvod

Téma Pojistky VN – průzkum trhu jsem si vybral pro svou bakalářskou práci hlavně z toho důvodu, že jsem chtěl důkladně prozkoumat český trh pojistek VN a zároveň se o pojistce a její funkci dozvědět více informací.

Pojistky byly zkonstruovány tak, aby chránily elektrická zařízení proti zkratovým proudům a nadproudům. Jsou tepelně nejslabším článkem obvodu a pouze na jedno použití na rozdíl od jističů, které po vypnutí obvodu lze znovu použít. Pojistka je svou rychlostí vypínání dokonalejší než jistič či vypínač. Jejich největší předností je, že působí tím rychleji, čím je rychlejší nárůst zkratového proudu, rychlost nárůstu zkratového proudu závisí na časové konstantě obvodu. Výhodou jsou nízké pořizovací náklady. Nevýhodou je, že v případě zapůsobení, musí obsluha pojistku vyměnit.

Jednotlivé body zadání bakalářské práce jsem zpracoval pomocí materiálů firem a firemních katalogů pojistek.

V první části své práce se zabývám vysvětlením principu funkce vysokonapětových pojistek. Uvádím také malý odstavec s porovnáním pojistky s jističem či vypínačem.

Ve druhé části jsem si vybral od každého výrobce jeden model pojistky a u něj dále popisoval konstrukční řešení. V další části je uveden seznam typů pojistek od výrobců Dribo, spol. s r.o., ABB s.r.o. a OEZ, s.r.o. V závěru práce je uvedeno srovnání výrobců, ve kterém jsem rovněž uvedl, použití vysokonapětových pojistek v regionech ze strany společnosti ČEZ Distribuce, a.s.. Dále jsem k jednotlivým typům přiřadil pojistkový spodek, u kterého se vysokonapětová pojistka většinou používá.

## **2 . Popis funkce obecně**

### **2.1 Pojistky**

Pojistky slouží k jištění obvodu, proti zvýšeným proudům a také zkratům. Toto jištění je založeno na principu tepelně nejslabšího článku proudovodné dráhy. Na vhodném místě či místech proudovodné dráhy mezi zdrojem a spotřebičem je úmyslně vytvořen zeslabený průřez vodiče, menší než ve zbývajícím obvodu. Při průchodu proudu se vodiče účinkem tepla (Joulovy ztráty) zahřívají. Když dojde k nežádoucímu zvýšení proudu nebo zkratovému proudu, zahřívá se nejvíce vodič se zeslabeným průřezem a dojde k přetavení tohoto vodiče a tudíž k přerušení elektrického obvodu dříve než vysoká teplota způsobí poškození dalších částí obvodu. Zeslabený průřez se umísťuje do pojistek. Po zapůsobení pojistek dojde k jejich nevratnému poškození a musí se v obvodu nahradit novými. [1]

### **2.2 Porovnání pojistky s jističem či vypínačem**

Při vypínání je pojistka jako jisticí prvek dokonalejší a výhodnější než jistič či vypínač. Pojistky se vyznačují těmito přednostmi, působí velice rychle, působí tím rychleji čím je větší zkratový proud. Dále jsou podstatně menší a levnější než jističe či vypínače a na údržbu jsou nenáročné. [1]

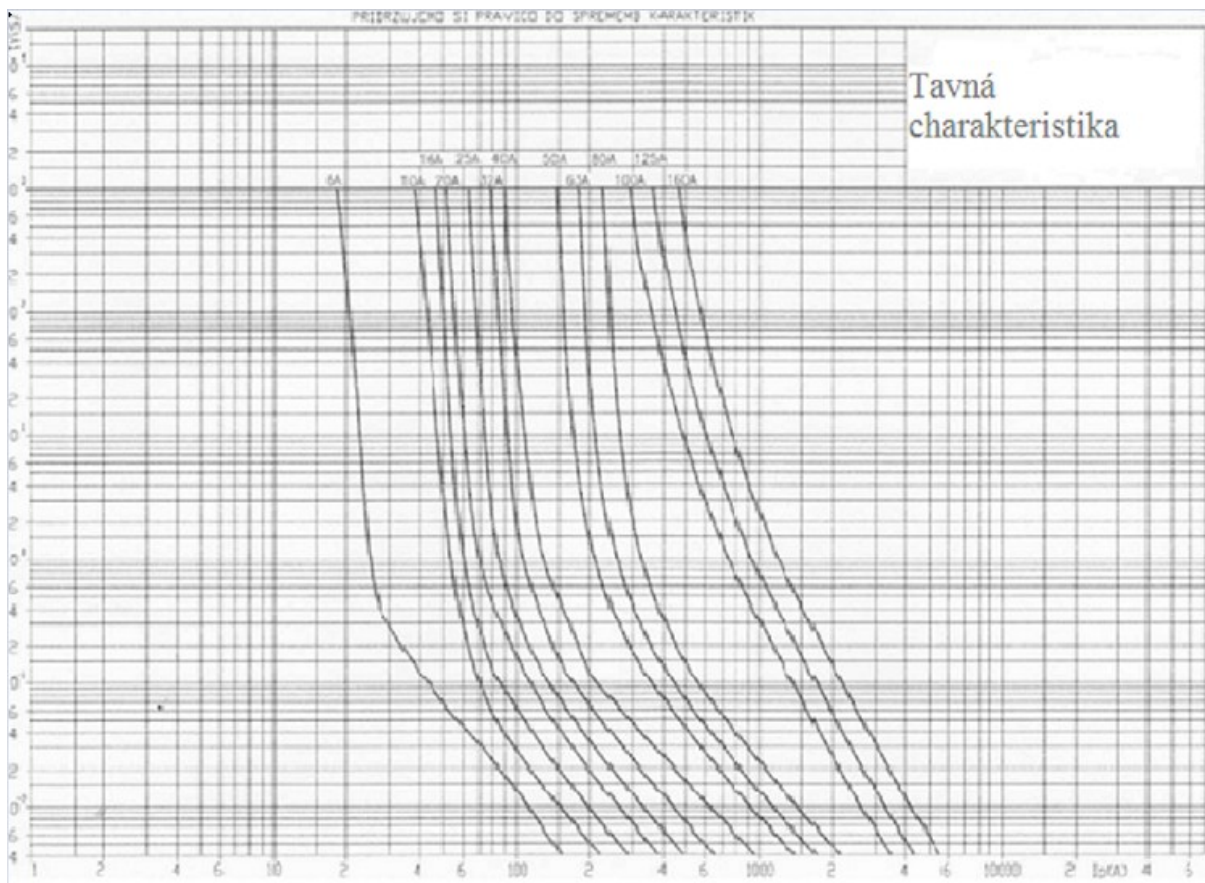
### **2.3 Vysokonapět'ové pojistky**

U vysokonapět'ových pojistek je nutné požadovanou vypínací schopnost zajistit zmenšením průřezu vodičů asi o řád nebo podstatným zvětšením počtu míst zúženého průřezu v porovnání s pojistkami NN. Tavné vodiče tedy vycházejí velmi dlouhé a je nutné je navíjet šroubovitě na keramickou kostru s podélnými žebry. V řezu má kostra tvar hvězdice s válcovou dutinou v podélné ose. Tavné vodiče se dotýkají kostry jen na hranách žebrování, takže mohou být podél celého povrchu obklopeny zrnitým hasivem. Pájením jsou připojeny k závěrným víčkům patrony, které přecházejí ve vnější válcové objímky. Prostřednictvím objímek je patrona uchycena v kontaktních párech upevněných v pojistkovém spodku.

Válcová dutina hvězdicové kostry je využita k umístění odporového tavného vodiče, sloužícího k signalizaci stavu. I tento vodič bývá pro svoji délku šroubovitě navinut na tenké keramické tyčince. Podobně jako u pojistek NN drží vlastní indikační kolík v zasunuté poloze proti tlaku pružiny. Pojistky VN se vyrábějí na jmenovité proudy do 100A, takže k jištění v obvodech s většími proudy se používá paralelní řazení několika patron. [2]

## 2.4 Tavná charakteristika pojistky

Tato charakteristika udává závislost tavné doby na velikosti proudu a proto se nazývá tavnou charakteristikou. Tavná doba se liší podle toho, zda pojistka byla před působením studená nebo teplá v důsledku průchodu jmenovitého proudu. [1]



Obrázek č.1 – Tavná charakteristika pojistky [6]

## 2.5 Kolík ukazatele stavu a vybavovacího zařízení

Pojistková tavná vložka CEF je vybavena kombinovaným systémem ukazatele stavu a vybavovacího zařízení, který je aktivován ihned, jakmile se začne tavit tavný vodič. Silový diagram je v souladu s požadavky ČSN EN 60282-1 (IEC 60282-1) a DIN 43625. [3]

## 3. Konstrukce

### 3.1 ETI VV – Thermo

Jmenovité napětí 3-38,5kV

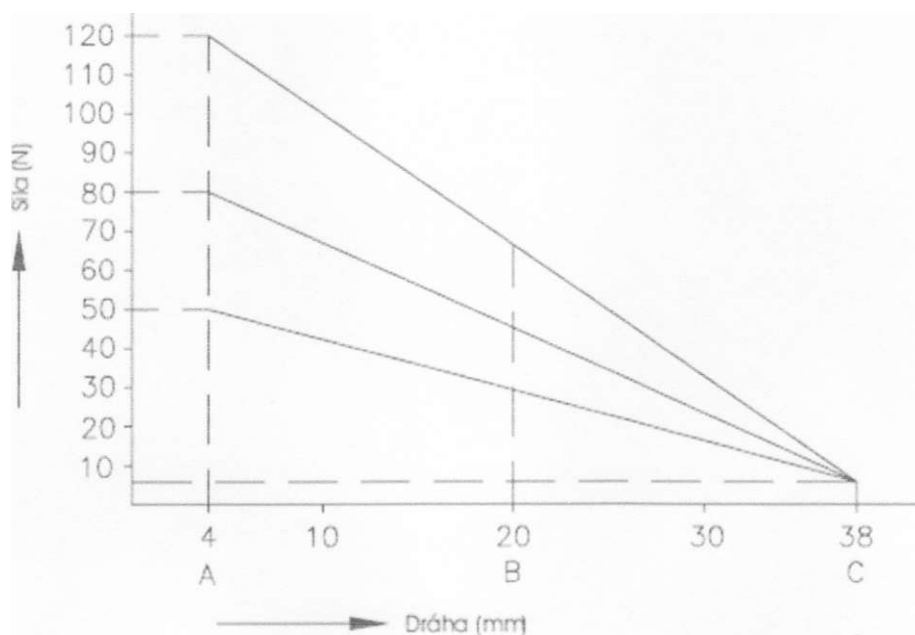
Jmenovitý proud 6-160A

Výrobce Dribo, spol. s r.o.

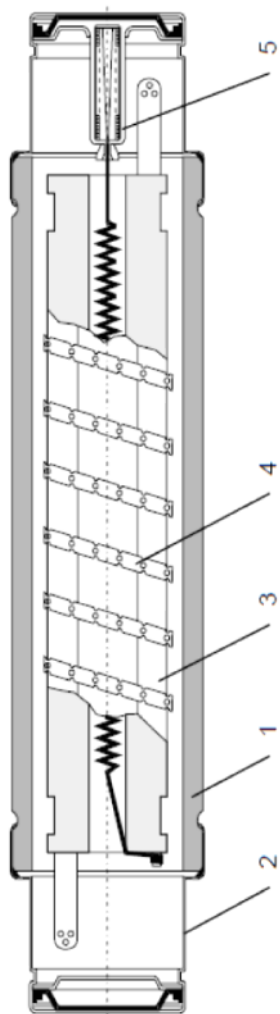
#### 3.1.1 Konstrukce

Pojistkové vložky ETI jsou vyvinuty tak, aby jejich charakteristiky byly dlouhodobě stabilní. Použité porcelánové pouzdro (1) je vysoce odolné vůči mechanickému a tepelnému namáhání. Kontaktní pouzdra (2) jsou vyrobená z elektrolytické mědi a jsou povrchově upravena niklováním případně stříbřením. Těsnost vložek je zajištěna speciálním systémem těsnění odolným vůči stárnutí i vůči tepelnému namáhání. Způsob výroby tavných součástí zaručuje minimální tolerance hodnot a stabilní ampérsekundové charakteristiky. Tavné prvky (4) jsou navíjeny na keramický nosič (3) a svařeny se speciálními měděnými kontaktními pásy. Těleso pojistkové vložky je vyplněno křemičitým pískem přesné zrnitosti a chemického složení, což zaručuje spolehlivé zhášení elektrického oblouku. Velmi zásadním prvkem je také ukazatel stavu pojistkové vložky s integrovanou tepelnou ochranou (5). Systém je navržen tak, aby i při zvýšené teplotě pojistky nedošlo krátkodobým proudovým přetížením k jeho vybavení. Pouze při překročení dovolených teplot okolí dojde k vybavení mechanismu. Díky tomu jsou pojistkové vložky ETI vhodné i pro ochranu zapouzdřených rozváděčů.

[6]



Obrázek č.2 – Charakteristika vybavovacího systému [6]



Obrázek č.3a – Řez pojistkou [6]



Obrázek č.3b – Rozměry pojistek [6]

U <sub>r</sub> [kV]	7,2/12/17,5/24		
I <sub>r</sub> [A]	2-40	50-80	100-160
d [mm]	53	68	85

U <sub>r</sub> [kV]	36		
I <sub>r</sub> [A]	2-20	25-40	50-63
d [mm]	53	68	85

U <sub>r</sub> [kV]	7,2	12	17,5	24	36
e [mm]	192	292	367	442	537

Tabulka č.1– Rozměry pojistek [6]

## 3.2 Patrona pojistková J38 30A

Nad 1000V Typ J

Jmenovité napětí 7,2-38,5kV

Jmenovitý proud 2-160A

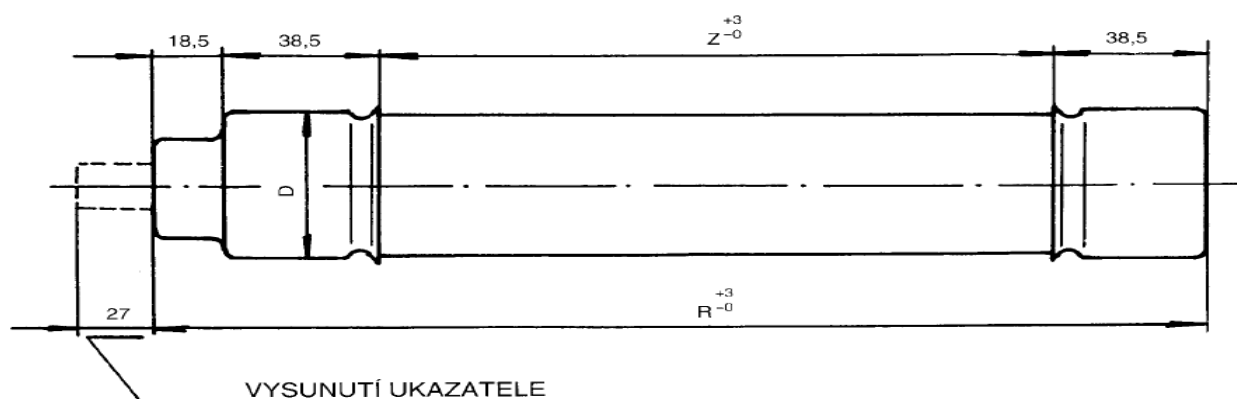
Výrobce ABB s.r.o.

### 3.2.1 Popis konstrukce

Válcové izolační pouzdro pojistkové tavné vložky je speciální keramická hmota pyrostat s vysokou elektrickou, tepelnou a mechanickou odolností. Pouzdro je uzavřeno na obou koncích kontaktem tavné vložky, který se zasunuje do kontaktů pojistkového spodku. Tavný vodič je navinut na keramické izolační trubce, je z velmi čistého stříbra, což zaručuje dlouhodobou stálost funkce. Jako hasivo elektrického oblouku se používá speciální křemičitý písek vysoké čistoty dle ČSN 72 1203. Pojistkové tavné vložky jsou vybaveny ukazatelem stavu. Ukazatel slouží buď pro indikaci funkce pojistky nebo jako popudový členek vybavovacího systému odpínačů. Tento ukazatel se nemontuje u pojistkových tavných vložek typu JS 03. [4]

Rozměrové náčrtky:

Pojistková tavná vložka typu J



Obrázek č.4 – Rozměrové náčrtky [4]

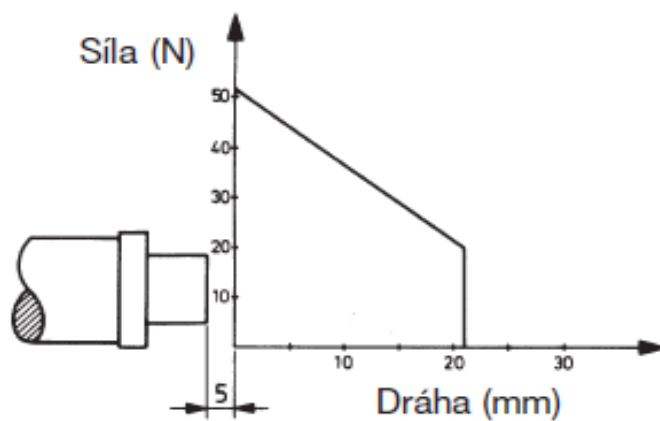
Rozměry D, R a Z jsou uvedeny v tabulce hlavních technických údajů.

Firma ABB s.r.o. dále nabízí pojistky omezující proud typu CEF.

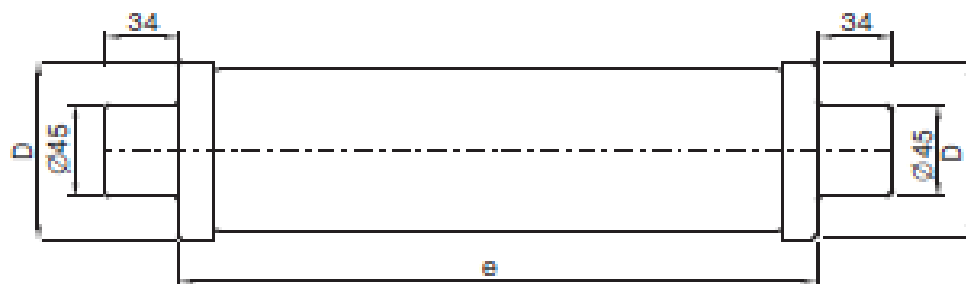
### 3.3 Vysokonapět'ové pojistkové tavné vložky omezující proud typu CEF

Jmenovité napětí: 3,6/7,2-36kV

Jmenovitý proud: 6-200A



Obrázek č.5 – Charakteristika kolíku ukazatele stavu a vybavovacího systému [3]



Obrázek č.6 – Rozměry pojistky [3]

### 3.4 Pojistka VN PL45

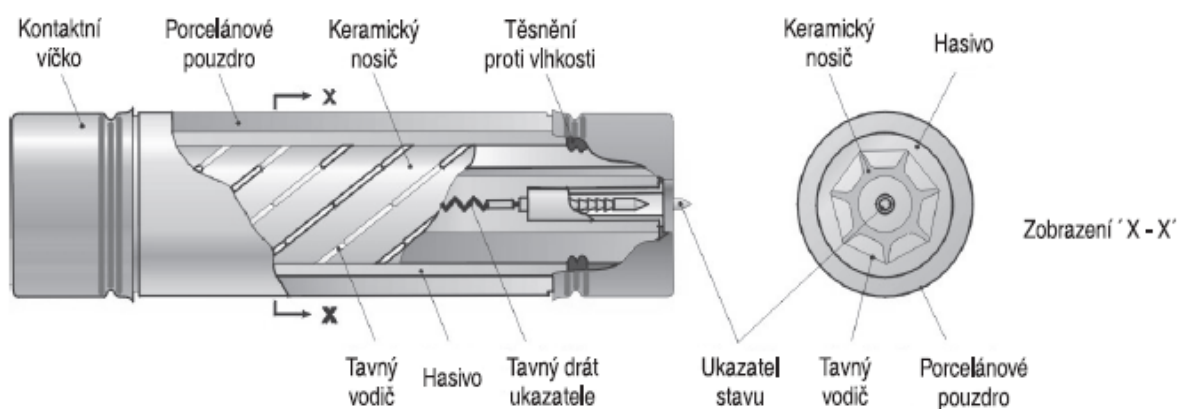
Jmenovité napětí 10/12, 22/25, 35/38,5kV

Jmenovitý proud 6,3-100A

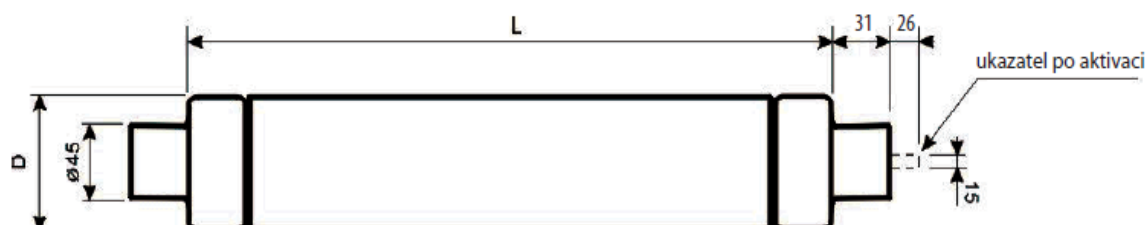
Výrobce OEZ, s.r.o.

#### 3.4.1 Popis konstrukce

Základními částmi VN pojistkové vložky jsou pouzdro, keramický nosič s hvězdicovým profilem, na němž je navinutý tavný vodič, hasivo a kontaktní víčka, z nichž jedno je opatřeno ukazatelem stavu. Ten slouží uživateli nejen k vizuální indikaci přetavení pojistky, ale může se také použít k aktivaci dalšího příslušenství. V případě poruchy může tímto způsobem pojistka na jedné fázi iniciovat odpojení zbývajících fází systému. [5]



Obrázek č.7 – Řez pojistkou [5]



Obrázek č.8 – Rozměry pojistek [5]



## 4. Seznam výrobců

V České republice se výrobou vysokonapěťových pojistek zabývají tři velké společnosti. Jsou to ABB s.r.o., OEZ, s.r.o. a Dribo, spol. s r.o..

### 4.1 ABB

Firma ABB s.r.o. má ve své nabídce tyto typy pojistek.

Pojistky venkovního provedení:

TYP	U(kV)	I(A)
BRT	7,2 - 36	0,4 - 0,8
CLXP	5,5 - 18,2	15 - 43
CXP	8.25	100
CEF	3,6/7,2 - 36	6 - 200
COL	2,8 - 23	8 - 80
WBWM	7,2 - 36	3 - 100

Tabulka č.2a – Pojistky venkovního provedení [8]

Pojistky vnitřního provedení:

TYP	U(kV)	I(A)
CEF -S	12.24	10.50
CEF -indoor	3,6/7,2 - 36	6 - 200
CEF -VT	7,2 - 24	2 - 6,3
CIL	5,5 - 23	6.65
CLC	1,2 - 4,3	25 - 175
CLN	600	25 - 225
CMF	3,6 - 12	63 - 315
WBP	7,2 - 36	0,4 - 0,8
WBT	1,9 - 4	0,6 - 100

Tabulka č.2b – Pojistky vnitřního provedení [8]

### **Patrona pojistková J38 30A**

Jmenovité napětí 38,5kV

Jmenovitý proud 2-75A

Tento typ pojistky se již nevyskytuje na stránkách výrobce. Veškerou dokumentaci jsem převzal z internetových stránek ČEZ Logistiky, s.r.o.. [4]

## **4.2 OEZ**

Firma OEZ, s.r.o. nabízí pojistky typu: PL45, PM45, PQ45.

Jmenovité napětí VN10/12, 22/25, 35/38,5kV

Jmenovitý proud 6,3-100A

Jmenovitý výkon transformátoru 50-1600kVA

Vypínací schopnost 35,5; 50; 63kA

## **4.3 Dribo**

Firma Dribo, spol. s r.o. nabízí pojistky typu: ETI VV – Thermo.

Jmenovitý proud 6-160A

Jmenovité napětí 3-38,5kV

## 5. Srovnání výrobců

Od výrobce Dribo, spol. s r.o. jsem si pro srovnání vybral tento typ pojistky.

### 5.1 ETI VV – Thermo

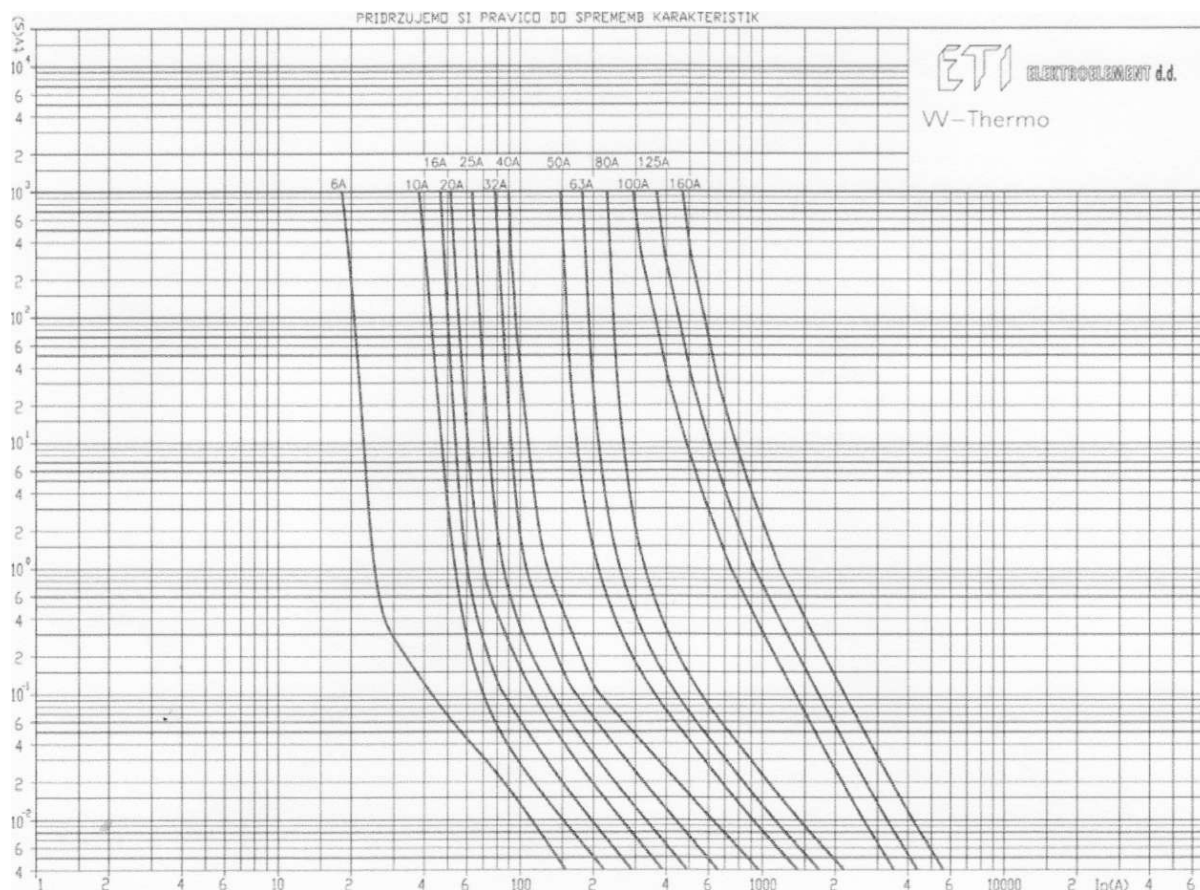


Obrázek č.9 – Pojistky ETI [6]

Nová řada pojistkových vložek s tepelnou ochranou firmy ETI je vyrobena pro ochranu elektrických přístrojů před tepelnými a dynamickými účinky zkratových proudů a nadproudů. Pojistkové vložky vyhovují normě IEC 60282-1 jakožto tzv. „back-up“ typ. Jsou ideální pro instalace ve vnitřních i venkovních přístrojích, rozváděčích (i SF6) i ve speciálních pracovních podmínkách (odlišných od normálních pracovních podmínek podle IEC 60282-1, bod 2, 1.). [6]

K největším výhodám pojistkových vložek ETI patří:

- nízké oteplení díky velmi malému ztrátovému výkonu
- vysoká vypínací schopnost
- možnost volby ze tří typů ukazatelů stavu: 80 N a 120 N s tepelnou ochranou a 50 N bez tepelné ochrany
- spolehlivý těsnicí systém proti pronikání vlhkosti
- odolnost vůči stárnutí
- nízké pracovní přepětí
- vysoká užitná hodnota díky novým výrobním postupům a řízení kvality výroby [6]



Obrázek č.10 – Tavné ampérsekundové charakteristiky pojistky ETI [6]

### 5.1.1 Využití na našem území

Tyto pojistky se vyskytují na našem trhu ve velké míře. Jeden z největších odběratelů těchto pojistek je společnost ČEZ Logistika, s.r.o.. ČEZ Distribuce, a.s. je provozovatelem distribuční soustavy v těchto regionech Severní Čechy, Střední Čechy, Severní Morava, Východní Čechy a Západní Čechy.

### 5.1.2 Příslušenství

#### Venkovní pojistkové spodky - PS 25 a PS 38

Pojistkové spodky vyhovující normě ČSN EN 62271-1a jsou určeny pro použití pojistek rozměrové řady typ I dle ČSN EN 60282-1. Použité podpěrné izolátory vyhovují oblasti stupně znečištění IV podle ČSN 33 0405.

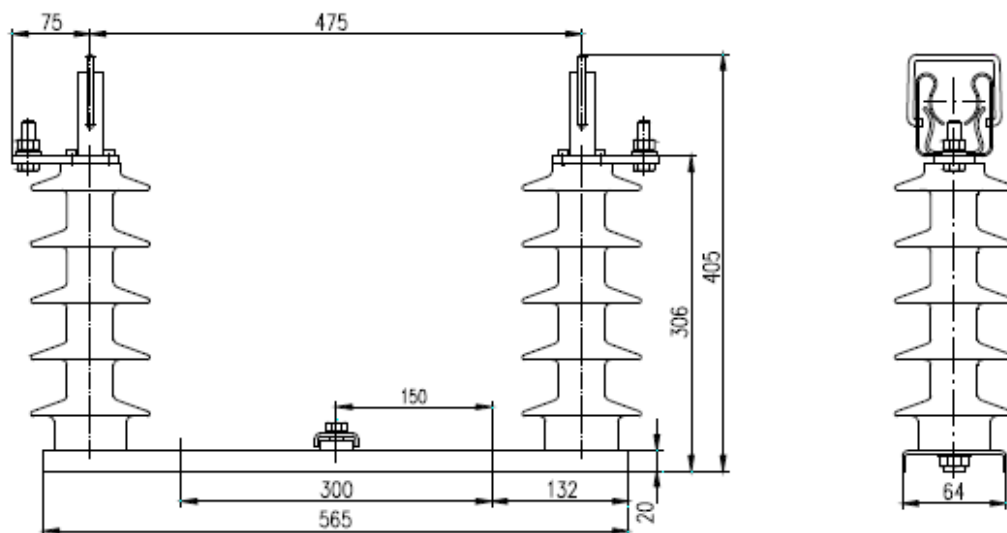
Pojistkové spodky jsou určeny k montáži pojistek do elektrického obvodu VN, především v místech přechodu venkovního vedení na vedení kabelové nebo pro připojení transformátoru. Jejich výhodou jsou malé rozměry a nízká hmotnost.

Základní rám je vyroben z ohýbaného ocelového plechu s povrchovou ochranou proti korozi žárovým zinkováním. Všechny proudovodné díly pojistkových spodků jsou vyrobeny z galvanicky postříbené elektrolytické mědi. Pojistkové spodky jsou dodávány s podpěrnými izolátory z

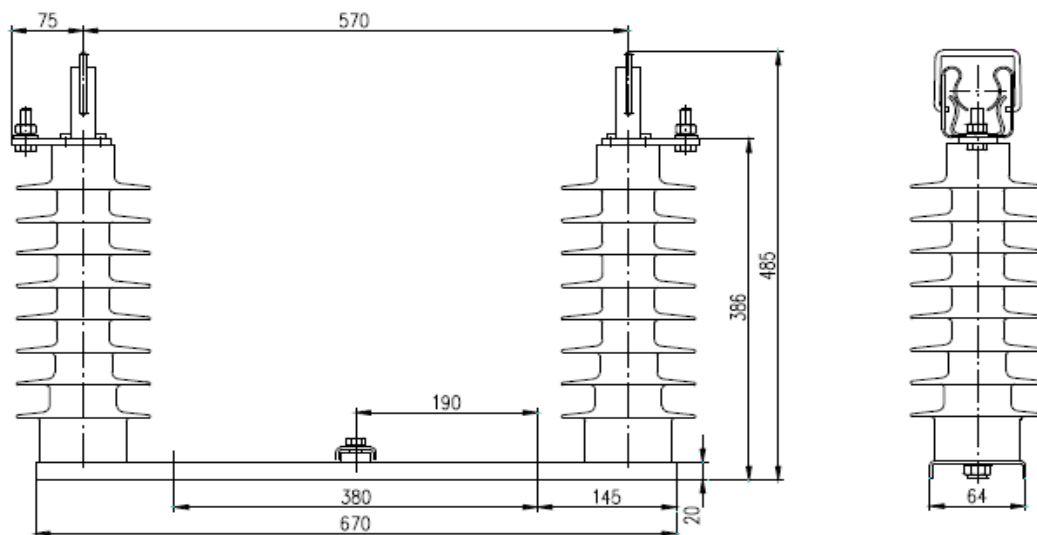
cykloalifatické pryskyřice. Pojistkové redukce jsou určeny pro libovolné pojistky typu I dle ČSN EN 60282 – 1. [7]

### Typové označení pojistkových spodků

Typ přístroje	Typ omezovače přepětí	Objednávkové číslo	Hmotnost v kg (bez pojistek)
Jmenovité napětí 25 kV, jmenovitý proud 2 – 200 A PS 25	Bez omezovače	11002500	8
Jmenovité napětí 38,5 kV, jmenovitý proud 2 – 200 A PS 38	Bez omezovače	11003800	14



Obrázek č.11a – Náčrt pojistkového spodku PS 25 [7]



Obrázek č.11b – Náčrt pojistkového spodku PS 38 [7]

Od výrobce ABB s.r.o. jsem si vybral tento typ pojistky.

## 5.2 Patrona pojistková J38 30A



Obrázek č.12 – Pojistky J 38 [4]

### 5.2.1 Všeobecně

Pojistkové tavné vložky typu J chrání elektrický obvod vysokého napětí tím, že se tepelným účinkem nadproudu nebo zkratového proudu přetaví tavná vložka, a tak přeruší elektrický obvod. Jsou určeny pro montáž do pojistkových spodků pro vnitřní použití typu I., pro vnější použití typu LJ-V, do trojpólových odpojovačů pojistek a odpínačů. Pojistková tavná vložka typu JS 03 je určena pro montáž do pojistkového spodku typu L 0641 a nemá ukazatel stavu. [4]

### 5.2.2 Použití

Pojistkové tavné vložky typu J jsou určeny pro jištění transformátorů, kondenzátorů, vedení a kabelů, vývodů a odboček před účinky nadproudů a zkratových proudů. Pro jištění motorů je doporučeno používat pojistkové tavné vložky typu J 12B. Pojistkové tavné vložky typu JS 03 jsou určeny pro jištění elektrických vytápěcích soustav železničních vozů. Jsou konstruovány s ohledem na dosažení co nejmenšího přepětí při zapůsobení pojistkové tavné vložky. Jsou to speciální pojistkové tavné vložky, které byly pro tento účel v ABB EJJ, a. s., vyvinuty. [4]

### 5.2.3 Normy a předpisy

Pojistkové tavné vložky vyhovují ČSN 35 4720 z roku 1973. Pojistkové tavné vložky řady JS 03 jsou vyráběny dle TP 1231 MHS 7/83. Tyto TP jsou vytvořeny na základě norem ČSN 35 4720 z roku 1973 „Pojistky VN“ a ČSN 34 1510 „Předpisy pro elektrická zařízení kolejových vozidel“. [4]

Typ	U <sub>N</sub>	I <sub>N</sub>	I <sub>l</sub>	P <sub>N</sub>	D	R	Z	Hmotnost
	kV	A	kA	W	mm	mm	mm	kg
J 38	38,5	2	21	41,5	60	720	624	3,5
		4		85,0				
		6		127,2				
		10		144,2				
		16		159,0				
		20		170,5	80			5,6
		30		98,0				
		40		218,0				
		63		346,0				
		75		396,0				

Tabulka č.3 – Hlavní technické údaje [4]

### 5.2.4 Volba hlavních technických údajů pojistky

Jmenovité napětí  $U_N$

Jmenovité napětí pojistek musí být rovno nebo vyšší, než je nejvyšší napětí pro zařízení. Při volbě hodnoty vyšší, než je napětí sítě je nutné zajistit, aby maximální obloukové napětí nepřekročilo izolační úroveň sítě. [4]

Jmenovitý proud  $I_N$

Pro dosažení co možná nejlepšího proudového omezení a tedy také ochrany zařízení, musí být hodnota  $I_N$  zvolená co možná nejnižší v porovnání se jmenovitým proudem chráněného předmětu. Při tomto výběru je však třeba mít na paměti:

- \* maximální zátěžový proud nesmí překročit hodnotu  $I_N$
- \* chladicí podmínky (např. v kompaktním rozvaděči)
- \* záběrné proudy obvodů s motorovou zátěží
- \* proudový nárůst při vypínání transformátorů [4]

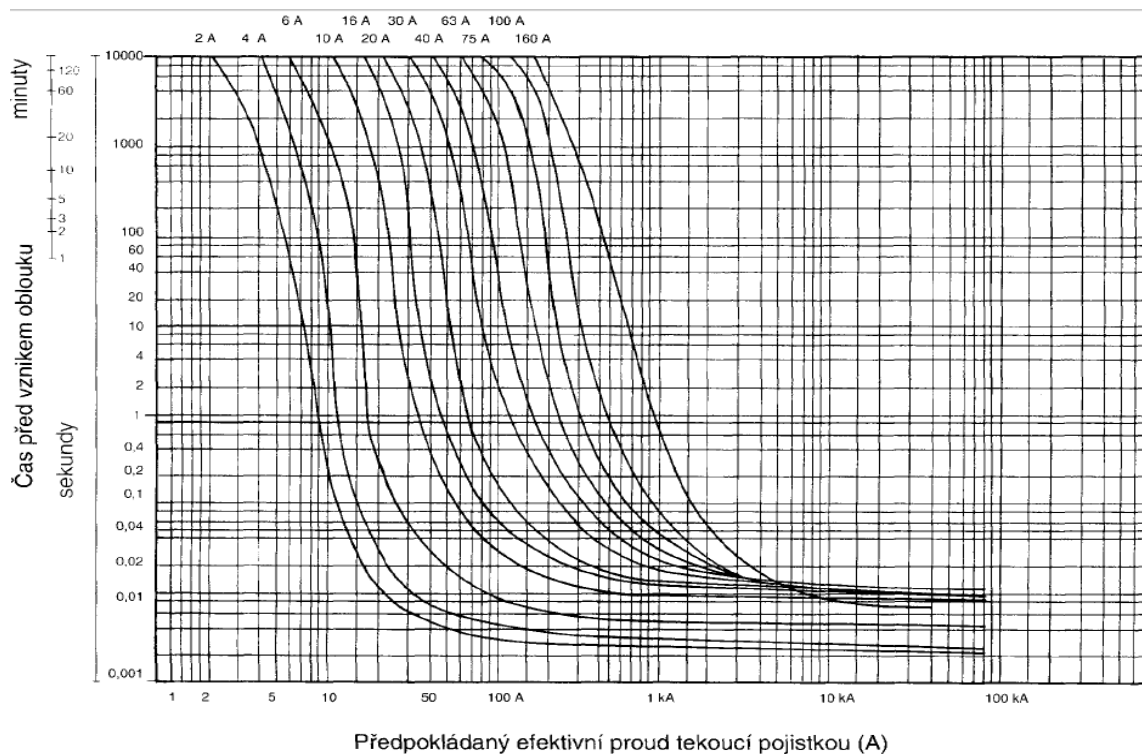
### 5.2.5 Volba jmenovitého proudu pojistkové tavné vložky pro transformátory

Pro výběr jmenovitého proudu pojistkové tavné vložky pro ochranu transformátorů je důležitý poměr mezi hodnotou jmenovitého výkonu transformátoru, jmenovitým napětím sítě a jmenovitým proudem pojistkové tavné vložky. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce č.4 „Volba jmenovitého proudu pojistkové tavné vložky“. Ve stejné tabulce je uveden maximální jmenovitý proud pojistek nízkého napětí (na nízkonapěťové straně transformátoru).

Pojistky nízkého napětí jsou rozsahu vypínání a kategorie užití gL (VDE), gG/gM (IEC 269) nebo PNgg (ČSN 35 4701; IEC 269). [4]

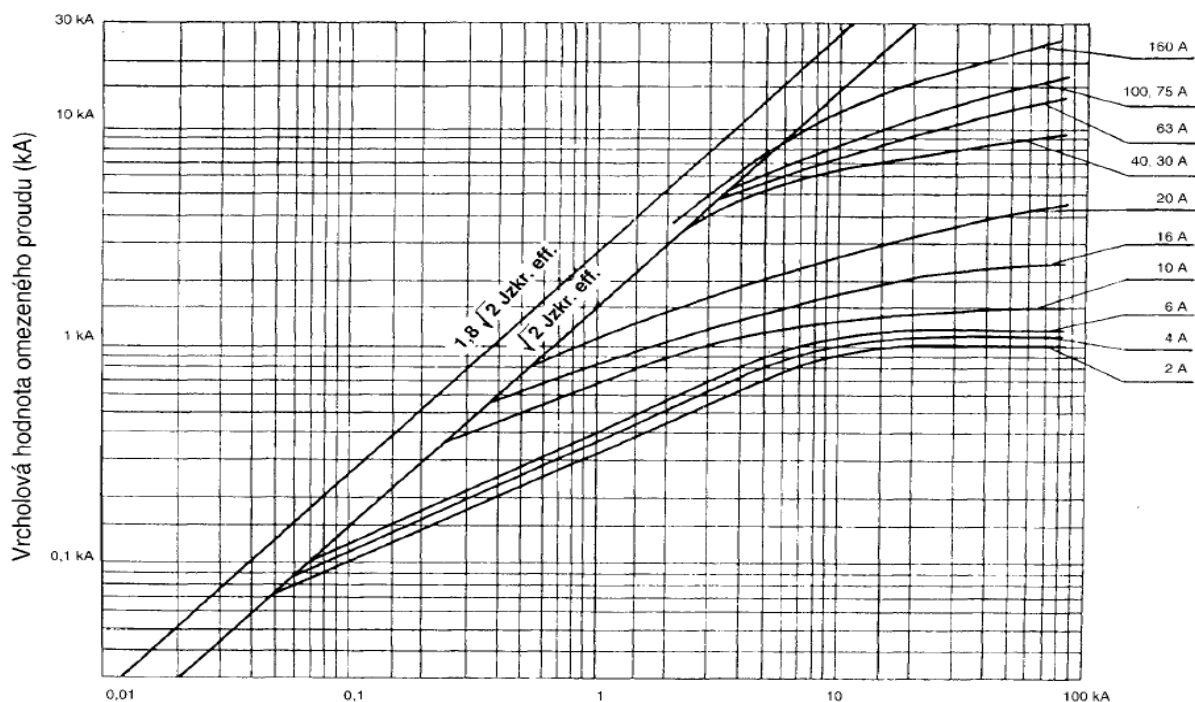
Jme- novité napětí sítě (kV)	Jmenovitý výkon transformátoru (kVA)																
	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
	Jmenovitý proud pojistkové tavné vložky vn I <sub>N</sub> (A)																
3	30	30	40	40	63	63	63	80	100	100	160	*200	*200	*250	*315		
5	16	30	30	30	40	40	63	63	63	80	100	100	160	*200	*200	*250	*315
6	16	16	30	30	30	40	40	63	63	63	80	100	100	160	*200	*200	*250
10	10	16	16	16	30	30	30	40	40	63	63	80	100	100	160	160	*200
12	10	16	16	16	16	30	30	30	40	40	63	63	80	100	160	160	
15	10	10	16	16	16	16	30	30	30	40	63	63	80	100	100	125	
20	10	10	10	16	16	16	16	30	30	30	40	63	63	80	100	100	
24	10	10	10	10	16	16	16	16	30	30	30	40	40	63	63	80	
30	10	10	10	10	10	16	16	16	16	30	30	30	40	40	40	4x40	4x40
38	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	30	30	30	40	40	4x40	4x40
(V)	Jmenovitý proud pojistkové tavné vložky nn I <sub>N</sub> (A) <b>*pojistka typu CEF</b>																
220 V	80	100	125	160	200	250	250	315	400	500	630						
380 V	50	63	100	100	125	125	200	250	250	350	400	400	500	630			
500 V	40	50	80	80	100	100	160	160	200	250	350	350	400	500	630		

Tabulka č.4 – Volba jmenovitého proudu pojistkové tavné vložky [4]



Obrázek č.13 – Vypínací charakteristiky pojistkových tavných vložek typu J [4]



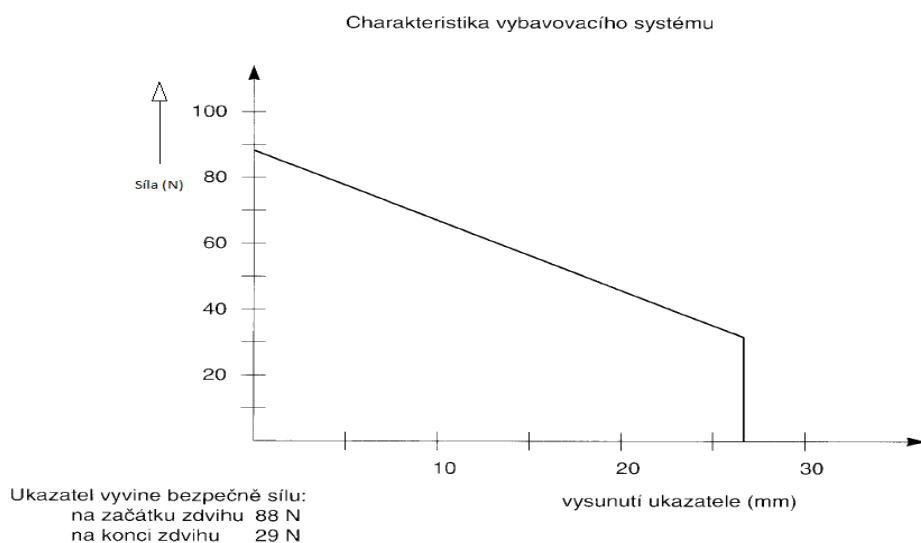


Obrázek č.14 – Omezovací charakteristiky pojistkových tavných vložek typu J [4]

### 5.2.6 Pracovní podmínky

Pojistkové tavné vložky typu J jsou určeny pro použití při normálních pracovních podmínkách vyhovující doporučením IEC 694 a jím odpovídající ČSN 35 4205 čl. 2.1 pro vnitřní a venkovní prostředí s těmito mezními parametry:

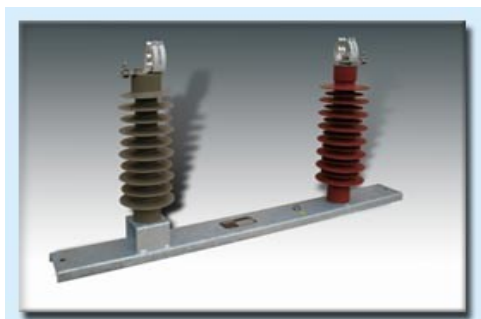
- maximální teplota okolního vzduchu je + 40°C
- průměrná hodnota teploty měřená během 24 hodin nepřesáhne + 35°C
- minimální teplota okolního vzduchu je 30°C pro třídu „minus 30 venkovní“
- nadmořská výška nepřesáhne 1000 m
- střední hodnota relativní vlhkosti vzduchu měřená během 24 hodin nepřesáhne 95% [4]



Obrázek č.15 – Charakteristika vybavovacího systému [4]

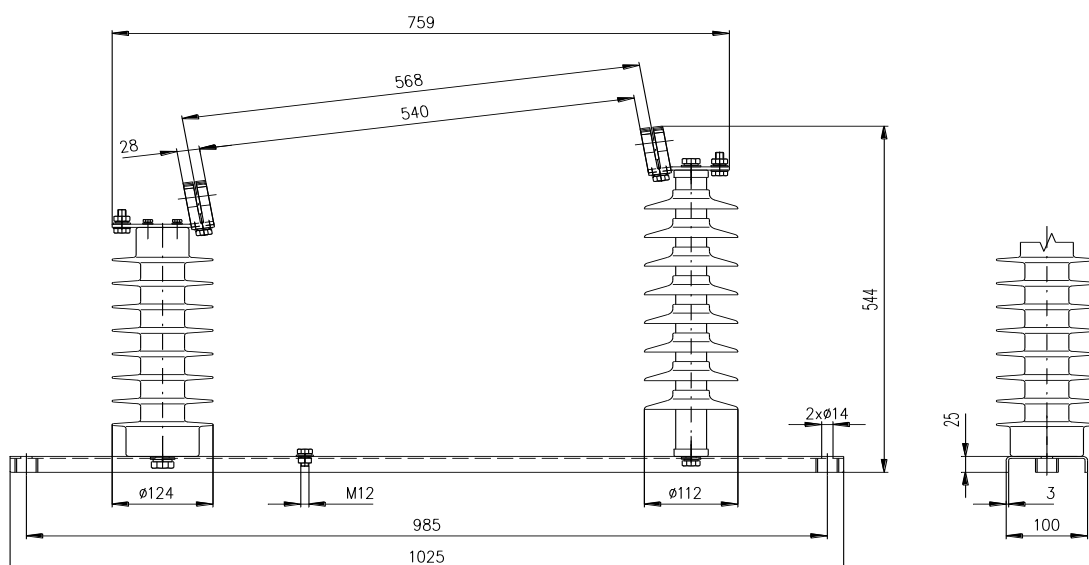
## 5.2.7 Příslušenství

### 5.2.7.1 Pojistkový spodek s omezovačem přepětí V-LO 3545/ND – 39kV vnější



Obrázek č.16 – V-LO 3545/ND [9]

Pro přepět'ové jištění jednotlivých fází venkovního vedení se používají omezovače přepětí. Nahrazením jednoho podpěrného izolátoru omezovačem přepětí na pojistkovém spodku vznikne pojistkový spodek s omezovačem přepětí s označením V-LO. Touto kombinací dosáhneme dvou činností jednoho konstrukčního prvku a to nadproudové a přepět'ové jištění. Díky tomu dosahujeme značné úspory hmotnosti. Pojistkový spodek s omezovačem přepětí se může montovat v poloze svislé, vodorovné i šikmé na všech druzích trafostanic VN. Při montáži nemají rozdílné výšky vliv na funkčnost zařízení, ale upřednostňuje se vodorovné uspořádání. U těchto spodků nabízí výrobce širokou škálu provedení. Na všech základních typech pojistkových spodku jsou provedeny běžně požadované zkoušky v akreditované zkušebně. [9]



Obrázek č.17 – Základní rozměry pojistkového spodku VL-O 3545/N1D [9]

### 5.2.8 Využití na našem území

Tento typ pojistkového spodku se používá s pojistkami - Patrona J38 od výrobce ABB s.r.o.. Regiony použití jsou Severní Čechy, Východní Čechy. Důvodem použití pojistky J38 a zároveň pojistkového spodku v těchto regionech je provoz distribuční soustavy s napětovou hladinou do 35kV.

### 5.3 Vysokonapětové pojistkové tavné vložky omezující proud typu CEF



Obrázek č.18 – Pojistky typu CEF [3]

#### 5.3.1 Všeobecně

Generace pojistkových tavných vložek s velkým vypínacím výkonem typu CEF je vyrobena a zkoušena podle normy ČSN EN 60282-1 (IEC 60282-1). Rozměrově pojistkové tavné vložky odpovídají DIN 43625.

Vysokonapětové tavné vložky ABB mají následující vlastnosti:

- malý minimální vypínací proud
- nízké výkonové ztráty
- malé obloukové napětí
- velkou vypínací schopnost
- velké omezení proudu

Nízké výkonové ztráty umožňují instalaci těchto pojistkových tavných vložek do kompaktních rozvaděčů. Pojistky CEF jsou pojistky s omezeným rozsahem funkce. Mají zónu mezi minimálním tavným proudem a minimálním vypínacím proudem, kde mohou pojistkové tavné vložky selhat při vypínání. Pro pojistkové tavné vložky CEF je tato zóna velmi úzká. Minimální vypínací proud  $I_3$  je pro kterýkoliv typ specifikován v tabulce. [3]

### 5.3.2 Přepětí

Z důvodu omezení proudu musí pojistková tavná vložka vytvářet přepětí překračující okamžitou hodnotu provozního napětí. Spínací napětí vytvářené pojistkovou tavnou vložkou CEF je pod maximální dovolenou hodnotu podle ČSN EN 60282-1(IEC 60282-1). Pojistková tavná vložka CEF se může bezpečně použít, jestliže je sdružené napětí soustavy 50-100% jmenovitého napětí pojistkové tavné vložky. [3]

### 5.3.3 Výměna přetavené pojistkové vložky

Pojistkové tavné vložky CEF není možno regenerovat. Podle normy ČSN EN 60282-1 (IEC 60282-1) se mají vyměnit všechny tři pojistkové tavné vložky, i když v třífázové soustavě zapůsobila jen 1 nebo 2 pojistkové tavné vložky. Výjimky jsou dovoleny, jestliže je možné ověřit, že na pojistkovou tavnou vložku (pojistkové tavné vložky) nepůsobil vůbec žádný nadproud. [3]

### 5.3.4 Omezení proudu

Pojistkové tavné vložky CEF omezují proud. Velký zkratový proud proto nedosáhne svou plnou hodnotu. Diagram ukazuje závislost mezi předpokládaným zkratovým proudem a maximální hodnotou omezeného proudu. Podstatné omezení proudu vede ke značnému snížení tepelného a mechanického namáhání vysokonapěťové instalace.

Volba pojistkových tavných vložek

Volba jmenovitého napětí  $U_N$ :

Jmenovité napětí pojistkových tavných vložek se musí rovnat nebo být vyšší než provozní sdružené napětí. Jestliže se zvolí jmenovité napětí pojistkové tavné vložky značně vyšší než sdružené napětí, nesmí maximální obloukové napětí překročit izolační hladinu sítě.

Volba jmenovitého proudu  $I_N$ :

Pro získání nejlepšího možného omezení proudu a přitom také jištění, musí být  $I_N$  zvolen co nejnižší ve srovnání s jmenovitým proudem chráněného předmětu. V úvahu se však musí vzít následující omezení:

- nejvyšší zatěžovací proud nesmí překročit  $I_N$
- chladicí podmínky (např. v kompaktním rozvaděči)
- zapínací proud nezatížených transformátorů
- rozběhové proudy motorových obvodů

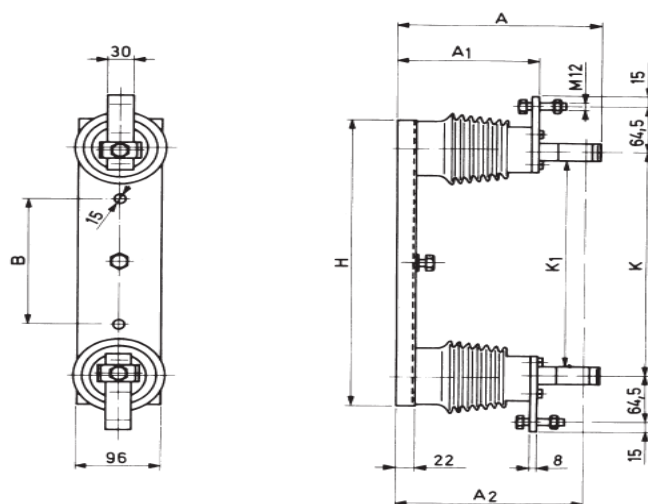
Pro volbu jmenovitého proudu pojistkových tavných vložek pro jištění transformátorů je uveden v tabulce níže vztah mezi jmenovitým výkonem transformátorů, provozním napětím a jmenovitým proudem pojistkové tavné vložky. Stejná tabulka indikuje nejvyšší jmenovitý proud pojistkové tavné vložky nízkého napětí (na nízkonapěťové straně transformátorů), která dává omezení s pojistkovou tavnou vložkou vysokého napětí. Pojistková tavná vložka nízkého napětí je typu gL (VDE) nebo gG/gM (IEC). [3]

Sdružené napětí (kV)	VÝKON TRANSFORMÁTORU (kVA)																		
	25	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3500
	POJISTKOVÁ TAVNÁ VLOŽKA VYSOKÉHO NAPĚTÍ I <sub>n</sub> (A)																		
3	16	25	25	40	40	63	63	63	80	100	100	160	200	200	250*	315*			
5	10	16	25	25	25	40	40	63	63	63	80	100	100	160	200	200	250*	315*	
6	10	16	16	25	25	25	40	40	63	63	63	80	100	100	160	200	200	250*	2x200
10	6	10	16	16	16	25	25	25	40	40	63	63	63	80	100	100	160	200	315
12	6	10	16	16	16	16	25	25	25	40	40	63	63	63	80	100	160	160	250
15	6	10	10	16	16	16	16	20	25	25	40	40	63	63	63	100	100	125	200
20	6	10	10	10	16	16	16	20	20	20	31,5	31,5	40	63	63	63	80	100	160
24	6	10	10	10	10	16	16	20	20	20	31,5	31,5	40	40	63	63	63	80	125
30	6	10	10	10	10	10	16	16	16	16	25	25	25	40	40	40	2x40	2x40	
36	6	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	25	25	25	40	40	2x40	2x40	
Nízké napětí	POJISTKOVÁ TAVNÁ VLOŽKA NÍZKÉHO NAPĚTÍ I <sub>n</sub> (A)																		
220 V		80	100	125	160	200	250	250	315	400	500	630							
380 V		50	63	100	100	125	125	200	250	250	350	400	400	500	630				
500 V		40	50	80	80	100	100	160	160	200	250	350	350	400	500	630			

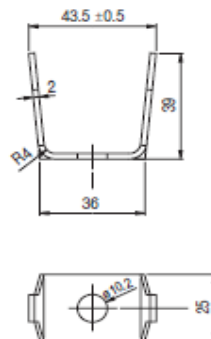
\* Pojistková tavná vložka CMF

Tabulka č.5 – Volba pojistkových tavných vložek pro jištění transformátorů [3]

### 5.3.5 Příslušenství



Kontakty pojistkového spodka



Obrázek č.19 – Pojistkový spodek typu UCE [3]

Obrázek č.20 – Kontakty pojistkového spodka [3]

### 5.3.6 Použití na našem území

Na našem území se používají tyto pojistky a pojistkové spodky v regionech, kde je provozovatelem distribuční soustavy společnost ČEZ Distribuce, a.s..

### 5.4 Pojistky PL,PM,PQ

Výrobce OEZ



Obrázek č.21 – Pojistky PL, PM, PQ [5]

Vysokonapěťové pojistkové vložky řady PL, PM, PQ se využívají pro jištění VN strany distribučních transformátorů a dalších zařízení pracujících s napětím nad 1000V AC. Pojistkové vložky bezpečně vypínají všechny proudy od jejich jmenovité vypínací schopnosti  $I_1$  směrem dolů k minimálnímu vypínacímu proudu  $I_3$ , uvedeném na štítku pojistek. Jsou s omezeným rozsahem funkce. Chrání proti zkratu a vyšším nadproudům (back-up). Jsou určeny pro vnitřní a vnější použití. [5]

### 5.4.1 Kritéria pro přiřazení pojistkových vložek k transformátorům

- VN pojistková vložka musí vydržet nárazový magnetizační proud transformátoru o velikosti 12-ti násobku jmenovitého proudu transformátoru po dobu 0,1 s.
- Při zkratu na sekundárních svorkách musí VN pojistková vložka tento zkrat odpojit do 2 s.
- Při zkratu na sekundárních svorkách transformátoru musí být minimální vypínací proud  $I_3$  VN pojistkové vložky menší než proud, který se při tomto zkratu může v obvodu na primární straně vyvinout.
- VN pojistková vložka musí být selektivní s NN pojistkovou vložkou nebo jističem použitým na sekundární straně transformátoru (kontrolovat lze pomocí programu SICHR).

Je-li v pořizovací tabulce uvedeno více možností, je nutno vzít v úvahu další kritéria jako délku VN vedení, zkratový výkon v místě odbočení ze sítě VVN a  $U_K$  transformátoru. Doporučení platí obecně pro venkovní i zapouzdřená provedení, neboť se pojistková vložka přiřazuje s jmenovitým proudem, který dostatečně převyšuje jmenovitý proud transformátoru, což eliminuje vliv zapouzdření. Pokud bude transformátor vystavován působení nadproudu doporučuje se použití vložky s vyšším jmenovitým proudem. Uvedená doporučení nemusí být vhodná pro speciální transformátory napájecí např. motorové obvody se spouštěcími proudy většími než jmenovitý proud pojistkové vložky. [5]

Typ	PL45	PM45	PQ45
Normy	IEC 60282-1, VDE 0670, DIN 43625		
Jmenovitá vypínací schopnost $I_t$	63 kA	50 kA	35,5 kA

Transformátor [kVA]	Primární strana transformátoru						Sekundární strana transformátoru Pojistková vložka PLN gTr [kVA]
	10/12 kV		22/25 kV		35/38,5 kV		
	Pojistková vložka PL45		Pojistková vložka PM45		Pojistková vložka PQ45		
	$I_{n\ min}\ [A]$	$I_{n\ max}\ [A]$	$I_{n\ min}\ [A]$	$I_{n\ max}\ [A]$	$I_{n\ min}\ [A]$	$I_{n\ max}\ [A]$	
50	6,3	10*	6,3	6,3	-	-	50
100	16	20*	6,3	10*	6,3	6,3	100
125	16	20*	6,3	10*	6,3	10*	125
160	20	31,5*	10	16*	10	10	160
200	25	31,5	10	16*	10	10	200
250	25	40*	16	20*	10	16*	250
315	31,5	40	16	20	16	16	315
400	40	50	25	31,5	16	16	400
500	50	50	25	31,5	16	16	500
630	63	63	31,5	40	20	25	630
800	100	100	40	40	25	31,5	-
1000	100	100	50	50	31,5	31,5	-
1250	100	100	50	63	31,5	40	-
1600	100	100	63	80	31,5	40	-

\* ... pouze pro transformátory s  $u_k=4\%$

Tabulka č.6 – Parametry pojistek PL, PM, PQ [5]

### **Tabulka s hodnotami**

Viz. (Příloha č.1 – Tabulka s hodnotami k pojiskám PL, PM, PQ)

### **Charakteristiky**

Viz. (Příloha č.2 – Charakteristiky pojistek PL, PM, PQ a Příloha č.3 – Tavná charakteristika pojistky CEF)

### **5.4.2 Využití na našem území**

Tyto typy pojistek se používají u společnosti ČEZ Distribuce, a.s., která je provozovatelem distribuční soustavy v těchto regionech Severních, Středních, Východních, Západních Čechách a na Severní Moravě.



## 6. Závěr

Výsledkem této bakalářské práce je průzkum trhu s pojistkami pro vysoké napětí, který obsahuje výčet vysokonapěťových pojistek vyráběných třemi největšími výrobci na českém trhu, včetně jejich konstrukčního řešení a použitím v distribučních sítích ve společnosti ČEZ Distribuce, a.s. na našem území.

V této práci jsem došel k názoru, že pojistky od jednotlivých výrobců se nijak zvláště neliší svou konstrukcí, všechny jsou většinou použitelné jak pro vnější prostředí, tak i pro vnitřní prostředí. Největší rozdíl mezi vysokonapěťovými pojistkami je jen v rychlosti zapůsobení při nadproudech nebo zkratových proudech. Dále pak pojistky firmy Dribo, spol. s r.o. se od ostatních výrobců liší tím, že lze vybrat ze tří ukazatelů stavu a to v rozmezí 50, 80 a 120N což je síla s jakou pojistka zahlásí poruchu. Pojistky od firmy Dribo, spol. s r.o. se pohybují v cenové relaci od 600 – 2000,- Kč, firma OEZ, s.r.o. své výrobky nabízí od 600 – 1000,- Kč a firma ABB s.r.o od 1000 – 2000,- Kč. Vysokonapěťové pojistky se nejčastěji používají k jištění transformátorů, vedení a kabelů, vývodů a odboček před účinky nadproudů a zkratových proudů pracujících s napětím nad 1kV.

## 7. Použitá literatura

- [1] HELŠTÝN, David ; KAČOR, Petr; HYTKA, Zdeněk. Elektrické přístroje spínací ochranné a jistící. Ostrava : [s.n.], 2003. 187 s.
- [2] VAVŘÍŇÁK, Petr . Elektrické stroje a přístroje. Ostrava : [s.n.], 2006. 89 s.
- [3] Pojistky CEF [online]. 2010 [cit. 2011-01-11]. ABB. Dostupné z WWW: <[http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/12fb5ee8841c0e0bc125733e00398ef0/\\$file/cef\\_cmf%20katalog%20cs%201vlc000027%20r1-2006.01.20.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/12fb5ee8841c0e0bc125733e00398ef0/$file/cef_cmf%20katalog%20cs%201vlc000027%20r1-2006.01.20.pdf)>.
- [4] Pojistkové tavné vložky J pdf katalog [online]. 2010 [cit. 2011-02-14]. ABB. Dostupné z WWW: <[https://obchod.cezlogistika.cz/webshop/ProductDocuments/2\\_10015335\\_806.pdf](https://obchod.cezlogistika.cz/webshop/ProductDocuments/2_10015335_806.pdf)>.
- [5] VN pojistkové vložky pdf katalog [online]. 2010 [cit. 2010-11-14]. OEZ. Dostupné z WWW: <[http://www.oez.cz/uploads/oez/files/ks/1326-Z01-10\\_CZ\\_SK.pdf](http://www.oez.cz/uploads/oez/files/ks/1326-Z01-10_CZ_SK.pdf)>.
- [6] Pojistky VN pdf katalog [online]. 2010 [cit. 2010-12-11]. Dribo . Dostupné z WWW: <[https://obchod.cezlogistika.cz/webshop/ProductDocuments/2\\_10032122\\_1204.pdf](https://obchod.cezlogistika.cz/webshop/ProductDocuments/2_10032122_1204.pdf)>.
- [7] Pojistkový spodek pdf katalog [online]. 2010 [cit. 2011-03-11]. Dribo. Dostupné z WWW: <[http://www.dribo.cz/pdf/CZ\\_Poj.\\_spodky\\_venkovni.pdf](http://www.dribo.cz/pdf/CZ_Poj._spodky_venkovni.pdf)>.
- [8] Pojistky a tavné pojistky [online]. 2010 [cit. 2010-10-11]. ABB . Dostupné z WWW: <<http://www.abb.cz/product/cz/9AAC720010.aspx?country=CZ>>.
- [9] Kamat pojistkové spodky [online]. 2010 [cit. 2011-03-12]. Kamat. Dostupné z WWW: <[http://www.kamat.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=78&Itemid=45](http://www.kamat.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=78&Itemid=45)>.

## Seznam příloh

Příloha č.1 – Tabulka s hodnotami k pojiskám PL, PM, PQ [5]

Příloha č.2 – Charakteristiky pojistek PL, PM, PQ [5]

Příloha č.3 – Tavná charakteristika pojistky CEF [3]

## Seznam obrázků

Obrázek č.1 – Tavná charakteristika [6]

Obrázek č.2 – Charakteristika vybavovacího systému [6]

Obrázek č.3a – Řez pojiskou [6]

Obrázek č.3b – Rozměry pojistek [6]

Obrázek č.4 – Rozměrové náčrtky [4]

Obrázek č.5 – Charakteristika koliku ukazatele stavu a vybavovacího systému [3]

Obrázek č.6 – Rozměry pojistky [3]

Obrázek č.7 – Řez pojiskou [5]

Obrázek č.8 – Rozměry pojistek [5]

Obrázek č.9 – Pojistky ETI [6]

Obrázek č.10 – Tavné ampérsekundové charakteristiky pojistky ETI [6]

Obrázek č.11a – Náčrt pojistkového spodku PS 25 [7]

Obrázek č.11b – Náčrt pojistkového spodku PS 38 [7]

Obrázek č.12 – Pojistky J 38 [4]

Obrázek č.13 – Vypínací charakteristiky pojistkových tavných vložek typu J [4]

Obrázek č.14 – Omezovací charakteristiky pojistkových tavných vložek typu J [4]

Obrázek č.15 – Charakteristika vybavovacího systému [4]

Obrázek č.16 – V-LO 3545/ND [9]

Obrázek č.17 – Základní rozměry pojistkového spodku VL-O 3545/N1D [9]

Obrázek č.18 – Pojistky typu CEF [3]

Obrázek č.19 – Pojistkový spodek typu UCE [3]

Obrázek č.20 – Kontakty pojistkového spodku [3]

Obrázek č.21 – Pojistky PL, PM, PQ [5]

## Seznam tabulek

Tabulka č.1 – Rozměry pojistek [6]

Tabulka č.2a – Pojistky venkovního provedení [8]

Tabulka č.2b – Pojistky vnitřního provedení [8]

Tabulka č.3 – Hlavní technické údaje [4]

Tabulka č.4 – Volba jmenovitého proudu pojistkové tavné vložky [4]

Tabulka č.5 – Volba pojistkových tavných vložek pro jištění transformátorů [3]

Tabulka č.6 – Parametry pojistek PL, PM, PQ [5]

